

SÉANCE DE SPÉCIALITÉ N°6 : SYNTHÈSE & ANALYSE DES SONS

Compétences travaillées

Compétences	Niveau validé
Analyser :	A B C D
Réaliser :	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances :	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale :	A B C D
Valider :	A B C D

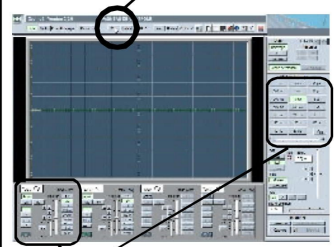
Mots-clefs « casque audio », « enceintes acoustiques » et « instruments électroniques ».

I. Activité expérimentale : Analyse et synthèse d'un son (1 heure)

Depuis l'avènement de l'électronique, de nouveaux instruments ont vu le jour. L'analyse de sons et le traitement numérique permettent de créer toutes sortes de sons. Peut-on reproduire n'importe quel son musical ?

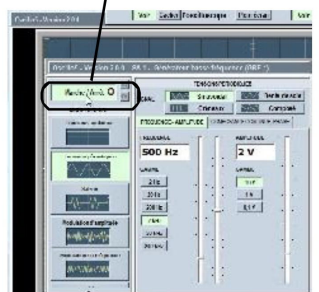
Document 1 – Fiche d'aide « ECE Bac » pour Oscillo 5.

1 On dispose du logiciel Oscillo 5. On peut faire apparaître un GBF

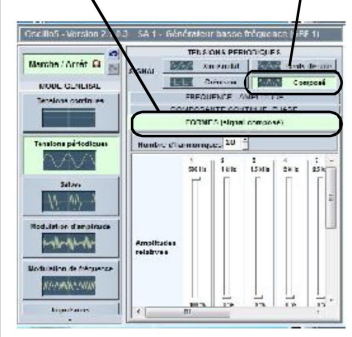


A tout moment, on peut régler la sensibilité verticale (tension) et horizontale (temps) de l'écran, pour visualiser au mieux le signal capté.

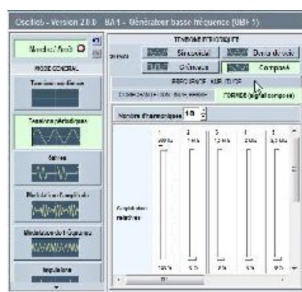
2 On peut le mettre en marche, sélectionner le type de tensions, la fréquence du signal et l'amplitude



3 On peut "complexifier" le signal, en cliquant sur "Composé" puis "FORMES (signal composé)".



4 et ainsi choisir en % d'amplitude relative par rapport à l'intensité fondamentale, un certain nombre d'harmonique.



I.1. Synthétiser un son avec Oscillo 5

Ce logiciel permet de synthétiser un son.

- Ouvrir le logiciel Oscillo 5. Comme recommandé, connecter SA1 à EA0 et SA2 à EA1.
- Mettre en marche le GBF virtuel.
- Ne rien changer au préréglage de la tension et de la fréquence (Tension de 2 V et une fréquence de 500 Hz).
- Régler la sensibilité verticale de la voie EA0 et la sensibilité horizontale, pour visualiser environ 4 périodes du signal et que le signal visualisé occupe au mieux l'écran verticalement.

- À l'aide du casque, écouter la note produite (à l'aide de l'adaptateur banane mâle vers jack 3,5 mm femelle, qui permet de brancher un casque).

a. Noter les réglages de l'oscilloscope : sensibilité verticale et horizontale.

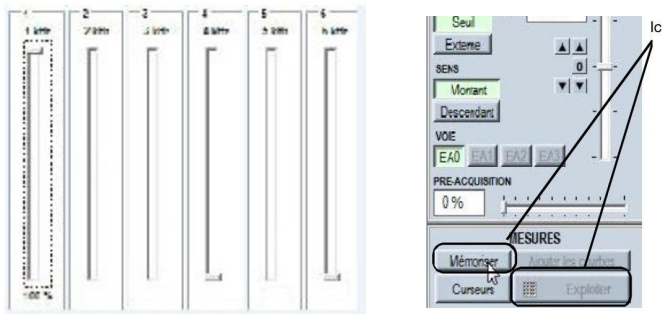
b. Imprimer un oscillogramme et utiliser cette impression pour mesurer la période du signal visualisé.

c. Par le calcul, retrouver la valeur de la fréquence réglée précédemment.

d. Ce son est-il pur ? Justifier la réponse.

I.2. Ajout d'harmoniques

- Ajouter quelques harmoniques à la fondamentale (se limiter aux six premières harmoniques). On garde la première harmonique à 100 %, aucun pourcentage n'est imposé pour les suivantes.



- Écoutez-le son produit, à chaque nouvelle harmonique ajoutée. Observer l'évolution du signal.
- Mémoriser et exporter le signal en cliquant sur « Mémoriser » puis sur « Exploiter », et enfin sur l'icône de LatisPro, qui permet le transfert du signal synthétisé vers le logiciel LatisPro.

e. Comment s'appelle la fréquence de la première harmonique ? Quel est le lien entre cette fréquence et les fréquences des harmoniques suivantes ?

Document 2 – Fiche d'aide « ECE Bac » pour Latis Pro.

1 On peut obtenir la décomposition en série de Fourier, en cliquant sur "Traitements"

2 Dans la liste des courbes, on clique gauche sur celle à décomposer, sans lâcher, et on "glisse" la courbe vers le cadre, puis on lance le calcul.

3 Il doit apparaître alors une double fenêtre

I.3. Analyser le son avec Latis Pro

Ce logiciel permet d'analyser le signal du son produit précédemment.

- Faire apparaître la liste des courbes obtenues en cliquant sur l'icône en forme de sinus en haut à gauche.
- En cliquant gauche sur uEA0_M faire glisser dans la fenêtre graphe pour faire apparaître la courbe.
- Effectuer une décomposition en Série de Fourier. On peut devoir faire un zoom pour faire apparaître les pics de la décomposition. On clique droit et avec l'option "loupe +" on peut sélectionner la zone que l'on veut agrandir.

- À l'aide du pointeur (clic droit de la souris sur le graphe du spectre), relever les valeurs des pics visualisés (amplitude et fréquence).
- Calculer le % relatif de ces amplitudes, avec la relation :

$$\% \text{ relatif} = \frac{\text{Tension (harmonique)}}{\text{Tension (fondamentale)}}$$

f. Notez dans votre compte-rendu vos résultats. Imprimer un spectre.

I.4. Utilisation de sons préenregistrés

- On dispose de fichiers sons dans un dossier « Fichiers sons » de la clef USB. Lire ces sons avec Audacity, en écoutant au casque.
 - Utiliser l'adaptateur jack vers banane pour envoyer ces sons depuis la sortie son de l'ordinateur vers la console Sysam SP5, entrée EA0 et Masse.
 - Procéder à deux enregistrements différents :
 - un enregistrement pour faire apparaître les transitoires d'attaque et d'extinction du son ;
 - un enregistrement pour faire apparaître la forme du signal.
 - Mesurer la période du signal sur un grand nombre de périodes (pour accroître la précision de la mesure). Calculer la fréquence correspondante.
 - Dans le menu Traitements > Calculs spécifiques > Transformée de Fourier, effectuer la transformée de Fourier du signal enregistré, en glissant-déposant la courbe EA1 (si cela n'est pas déjà fait, cliquer sur la Liste des courbes pour avoir accès à la courbe EA1 à glisser-déposer).
 - Trouver la fréquence du fondamental et des harmoniques.
- g.** Comment est appelé le graphique obtenu ? Quelles sont les grandeurs en abscisse et en ordonnée ?
- h.** Quelles sont les différences entre les différents instruments ? Notre oreille peut-elle « sentir » ces différences entre instruments ?

II. Exercices pour la séance de Spécialité n° 7

0.1 Spécialité 4 Activité 1 – Les instruments à vent Cette activité avait été laissée de côté lors de la séance de Spécialité n° 4, il faut la terminer et me rapporter cela afin que je le note.

0.2 La restitution des sons

L'enceinte acoustique ou le casque audio constituent le dernier maillon d'une chaîne haute fidélité (Hi-fi) ou d'un baladeur (iPod). Quels sont les critères de qualité d'un système de restitution sonore ?

II.0.).1 Document 1 – L'utilité de l'enceinte acoustique



Une enceinte acoustique maintient les haut-parleurs et leur permet de transmettre efficacement à l'air les vibrations de leurs membranes.

Quand un haut-parleur est utilisé seul, sa membrane fait à la fois vibrer l'air devant elle, mais aussi l'air derrière elle. En effet, lorsqu'elle avance, la pression augmente devant elle et diminue derrière. Inversement, la pression diminue devant et augmente derrière lorsqu'elle recule. Cela crée deux ondes sonores, une émise vers l'avant et une autre émise vers l'arrière. Du fait de leur mode de production, ces deux ondes sont en opposition de phase. Si elles se rencontrent et se superposent, elles peuvent s'annuler. Cela se produit surtout pour les basses fréquences.

Pour éviter ce phénomène, il faut supprimer les ondes arrière. Cela peut être réalisé en fixant le haut-parleur sur un « support infini » constitué d'une plaque de grande dimension. Un tel support permet de séparer les ondes avant et arrière et empêche leur superposition.

Une autre solution consiste à renvoyer les ondes arrière vers l'avant tout en les déphasant de 180° . C'est le système *bass-reflex*. Il empêche l'annulation qui pourrait se

produire lorsque ces ondes arrière, renvoyées vers l'avant, se superposent aux ondes avant.

Wikipédia.

II.0.).2 Document 2 – Tester des enceintes acoustiques

« Si l'électronique envoie un signal « propre », encore faut-il que l'acoustique le restitue avec un minimum de dégradation. Qualité des haut-parleurs, des filtres, choix des matériaux, des formes et des volumes, autant de paramètres qui nécessitent un gros zeste de savoir-faire pour obtenir le bon son. Pour le noter, nous faisons appel à une batterie de tests réalisés en « chambre sourde », afin d'absorber les réflexions sonores.

Les principaux tests discriminants sont :

Vibration du coffret Les haut-parleurs font vibrer la "caisse" de l'enceinte acoustique. À certaines fréquences, à une certaine puissance, ce phénomène devient franchement dérangeant. À l'aide d'un accéléromètre, nous relevons le niveau de cette vibration à différentes fréquences.

Pureté des graves C'est la mesure des déformations générées par des harmoniques sur trois fréquences fondamentales du grave, 40, 50 et 60 Hz. Facilement audibles, elles deviennent vite très désagréables et perturbantes pour l'écoute.

Rendement C'est le niveau sonore — mesuré par un micro situé à 1 mètre — qu'une enceinte est capable de restituer lorsqu'on lui envoie une puissance de 1 watt.

C'est un paramètre essentiel pour optimiser le couplage ampli-enceintes au niveau de la puissance : pas d'enceinte de rendement très faible sur un ampli de faible puissance ! La valeur de ce rendement résulte des choix techniques des concepteurs de l'enceinte, mais n'a pas de relation systématique avec sa qualité.

Directivité On relève la dégradation de la courbe de réponse sur le plan horizontal à 30° et 45° de l'axe du "tweeter". Avec des enceintes à faible déperdition latérale, la zone d'écoute stéréo et Home Cinema sera plus vaste et plus confortable. »

Dossier Fnac 2011.

II.0.).3 Document 3 – Améliorer l'écoute de son baladeur : les casques audio

« Tout comme les enceintes acoustiques pour la haute fidélité, le casque est l'élément essentiel de la qualité d'écoute. Or, pour « tirer » les prix des baladeurs vers le bas, ou augmenter leurs profits, la plupart des fabricants choisissent d'équiper leurs baladeurs avec des casques tout à fait médiocres. Le remplacer par un bon casque transformera radicalement le son d'un baladeur moyen, tout comme celui du meilleur, car, en fait, le rôle du casque est beaucoup plus important pour la musicalité que la qualité électronique du baladeur.

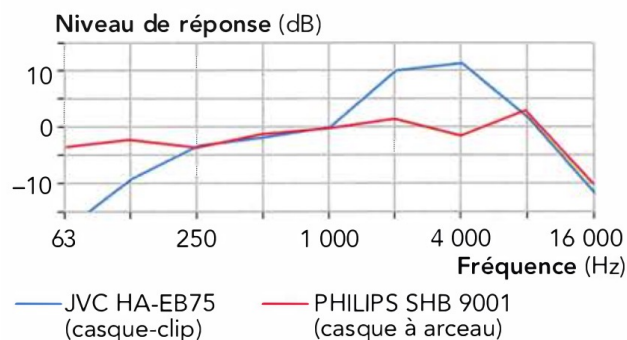
Pour le choisir, il y a bien sûr des critères subjectifs comme l'esthétique ou la mode, des critères de confort, essentiels pour le supporter longtemps et la bonne tenue sur les oreilles.

Les clips Ils sont de type oreillette traditionnelle, inter ou supra-auriculaires. Ils sont maintenus grâce à un contour d'oreille qui garantit une parfaite stabilité du casque, au prix parfois d'un inconfort après plusieurs heures d'utilisation.

Les intra-auriculaires Ils sont discrets et souvent de bien meilleure qualité que les écouteurs traditionnellement proposés avec les baladeurs. Ces écouteurs pénètrent plus ou moins profondément dans le conduit auditif. Ils isolent ainsi mieux l'oreille des bruits ambiants et offrent une qualité sonore comparable aux casques hi-fi.

Les casques à arceau Ils sont de deux types, les casques supra-auriculaires et les casques circum-auriculaires. Les casques supra-auriculaires se placent sur l'oreille et sont reliés entre eux par un arceau, qui entoure le sommet du crâne ou ceinture la nuque. Parfois pliables, ils sont alors destinés à un usage en extérieur. Leur capacité d'isolation et leur qualité sonore sont meilleures que celles des oreillettes « simples », mais moindres que celles des casques hi-fi.

Les casques circum-auriculaires se placent autour de l'oreille. Ils sont plus volumineux que les casques supra-auriculaires, leurs qualités sonores et d'isolation sont optimales, à un tel point que les bruits de la ville sont totalement étouffés ; attention aux risques urbains.



Les casques n'offrent pas une restitution linéaire, selon la technologie employée ils favorisent certaines fréquences, tantôt les graves, les médiums ou les aigus. [...] Leur courbe de réponse vous permet de faire votre choix selon vos propres critères et le type de musique que vous écoutez. »

Dossier Fnac 2011.

En s'appuyant sur les documents 1, 2 et 3 donnés, répondre aux questions suivantes :

1. Par quel phénomène les ondes avant et arrières émises par un haut-parleur peuvent-elles s'annuler ? Quelles solutions techniques sont mises en œuvre pour éviter ce phénomène ?
2. Que permettent les tests réalisés sur des produits techniques comme les enceintes acoustiques ?
3. Conclusion : Quels sont les critères de qualité d'une enceinte acoustique et d'un casque audio ?

0.3 Comment sont positionnées les frettes sur le manche d'une guitare ?



Carlo DOMENICONI, guitariste virtuose italien.

Comme le montre la photographie ci-dessus, pour modifier la hauteur du son émis, le guitariste appuie sur la corde au niveau d'une case, de façon à modifier la

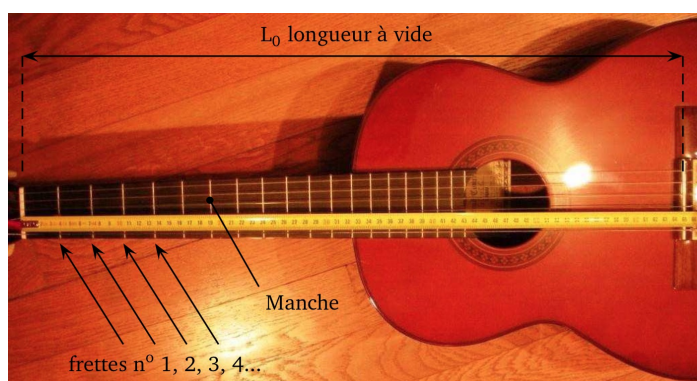
longueur de la corde utilisée. Des pièces métalliques, nommées frettes, délimitent les cases sur le manche d'une guitare.

En s'appuyant sur les documents donnés page suivante, répondre aux questions suivantes :

1. Discuter qualitativement de l'influence de la longueur, de la tension et de la masse par unité de longueur de la corde sur la fréquence du son émis par une corde

II.0.).4 Document 1 Description d'un manche de guitare.

La photographie de la figure montre le manche d'une guitare classique. La longueur d'une corde à vide L_0 est de 65,2 cm.

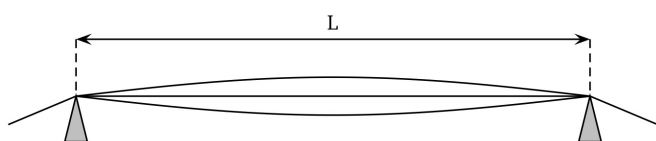


Les six cordes se différencient par leur masse par unité de longueur et leur diamètre.

II.0.).5 Document 2 Corde vibrante.

Si l'on considère une corde vibrante maintenue entre ses deux extrémités, telle que représentée sur la figure ci-dessous, la hauteur du son émis dépend de la longueur L de la corde, de sa masse par unité de longueur μ et de la tension T de la corde. La composition spectrale du son émis est complexe et la fréquence f du fondamental est donnée par la relation :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$



vibrante.

2. Expliquer qualitativement comment un guitariste passe d'une note jouée Sol à la note La de la même octave et à l'aide de la même corde.
3. Déterminer les fréquences de Do_3 et Do_4 .
4. Prévoir les positions approchées en cm des quatre premières frettes.
Effectuer ensuite quelques vérifications simples à l'aide de la photo du document 1.

II.0.).6 Document 3 La gamme tempérée.

- Les notes se suivent dans l'ordre Do, Ré, Mi, Fa, Sol, La, Si, Do; un « cycle » correspond à une octave.
- On envisage 10 octaves numérotées de -1 à 8.
- Chaque note d'une gamme est caractérisée par sa fréquence. Par convention, le La_3 (diapason des musiciens) de l'octave numérotée 3 a une fréquence de 440 Hz.
- Le passage d'une note à la note du même nom à l'octave supérieure multiplie sa fréquence par deux; ainsi la fréquence du La_2 est égale à 220 Hz et celle du la_4 à 880 Hz.
- Dans la gamme tempérée, le quotient de la fréquence d'une note sur la fréquence de la note précédente est égal à :

$$(2)^{\frac{1}{12}} \simeq 1,059$$

Si l'on note f la fréquence de la note Do, note fondamentale d'une octave donnée, les fréquences des notes successives de cette octave sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Note	Fréquence
Do	f
Do# Réb	$(2)^{\frac{1}{12}} \times f = 1,059 \times f$
Ré	$(2)^{\frac{2}{12}} \times f = 1,122 \times f$
Ré# Mib	$(2)^{\frac{3}{12}} \times f = 1,189 \times f$
Mi Fab	$(2)^{\frac{4}{12}} \times f = 1,260 \times f$
Mi# Fa	$(2)^{\frac{5}{12}} \times f = 1,335 \times f$
Fa# Solb	$(2)^{\frac{6}{12}} \times f = 1,414 \times f$
Sol	$(2)^{\frac{7}{12}} \times f = 1,498 \times f$
Sol# Lab	$(2)^{\frac{8}{12}} \times f = 1,587 \times f$
La	$(2)^{\frac{9}{12}} \times f = 1,682 \times f$
La# Sib	$(2)^{\frac{10}{12}} \times f = 1,782 \times f$
Si Dob	$(2)^{\frac{11}{12}} \times f = 1,888 \times f$
Do Si#	$(2)^{\frac{12}{12}} \times f = 2 \times f$

— Pour une corde donnée, pour passer par exemple d'un Ré à un Ré \sharp , le guitariste bloque cette corde

sur la case située juste à côté de celle utilisée pour jouer le Ré, de façon à raccourcir la corde.